



## 内容目录

前言：Gemini 1.5/Sora 模型效果超预期，高速通信基建仍然是高景气阶段.....	5
一、高速通信推动成长，层数增加+材料升级+工艺复杂提升 PCB 价值量.....	5
1.1、高速通信仍是驱动 PCB 未来增长的关键领域.....	5
1.2、高速通信快速成长主要来自于云计算/AI 等需求带动.....	6
1.3、PCB 主要以服务器/交换机等设备为承载物参与高速通信基础设施建设.....	7
1.4、“高速化”要求 PCB 完整且更快传输更多数据，落脚点在带宽和 I/O 数.....	8
二、服务器 PCB 单机价值量提升，来自 AI 性能提升和 CPU 平台升级.....	10
2.1、AI 服务器增速更快，单机价值量提升来自单价用量增加和性能要求提高.....	10
2.2、服务器 CPU 平台全面升级至 PCIe 5.0，PCB 层数和 CCL 等级都将相应提升.....	13
三、AI 提升单网络交换容量，芯片端已全面迈入 51.2T 高速交换期.....	15
3.1、AI 组网容量大幅提升，交换机 PCB 价值量提升趋势明确.....	16
3.2、供给端争相推出 51.2T 交换芯片，交换容量提升打开高端 PCB 空间.....	18
3.3、高速大容量交换机快速成长，测算可得交换机 PCB 至 27 年空间超 14.9 亿美元.....	19
四、投资建议及风险提示.....	21
4.1、投资建议.....	21
4.2、风险提示.....	21

## 图表目录

图表 1：谷歌推出 Gemini 1.5.....	5
图表 2：OpenAI 主页介绍文生视频模型 Sora.....	5
图表 3：全球 PCB 产值及未来预期（亿美元）.....	5
图表 4：2018~2023E PCB 细分领域复合增速.....	6
图表 5：2022~2027 年 PCB 细分领域预期复合增速.....	6
图表 6：全球云计算市场规模及增速.....	6
图表 7：海外四大云计算厂商资本开支（十亿美元）.....	7
图表 8：国内三大云计算厂商资本开支（亿美元）.....	7
图表 9：海外四大云计算厂商资本开支预期增幅.....	7
图表 10：国内三大云计算厂商资本开支预期增幅.....	7
图表 11：通信设备所用 PCB 的类型分布.....	7
图表 12：全球交换机市场增速（分应用场景）.....	7
图表 13：华为 CloudEngine 16804 数据中心交换机.....	8
图表 14：鲲鹏服务器主板（型号：S920X00）.....	8



图表 15: 通信设备所用 PCB 的类型分布.....	8
图表 16: 服务器/存储所用 PCB 的类型分布.....	8
图表 17: 单体通信设备中两个节点之间的传输.....	9
图表 18: 高速 CCL 的等级分类.....	9
图表 19: HDI 阶数提升会导致更多工艺产能消耗, 工艺附加值提高.....	9
图表 20: 全球服务器出货量.....	10
图表 21: AI 服务器出货量增速显著更高.....	10
图表 22: AI 服务器相对传统服务器多了 GPU 层.....	11
图表 23: AI 服务器 GPU 层新增部件为 OAM 和 UBB.....	12
图表 24: 英伟达 DGX H100 中各信号节点的连接方式.....	12
图表 25: PCIe 总线标准带宽与 NVLink 带宽对比.....	12
图表 26: AI 服务器所用 PCB 和 CCL 规格.....	13
图表 27: 各类服务器单机 PCB 价值量对比 (元, 不含载板).....	13
图表 28: 全球服务器 CPU 市场格局.....	13
图表 29: Intel 和 AMD 在 2023 年推出 PCIe 5.0 平台芯片.....	13
图表 30: PCIe 总线标准对应传输速率 (GT/s).....	14
图表 31: PCIe 总线标准对应单链路带宽 (GB/s).....	14
图表 32: PCIe 总线升级导致 PCB 层数提升.....	14
图表 33: PCIe 总线升级导致覆铜板材料升级.....	14
图表 34: 全球服务器 PCB 市场空间 (亿美元).....	14
图表 35: 交换机功能示意图.....	15
图表 36: 交换机工作机制原理.....	15
图表 37: 交换机中 PCB 组成结构 (以华为 CloudEngine S16700-8 为例).....	15
图表 38: RDMA 和 TCP/IP 机制对比.....	16
图表 39: RDMA 协议栈.....	16
图表 40: InfiniBand 和以太网下 RoCEv2 对比示意图.....	16
图表 41: 数据中心胖树架构示意图.....	17
图表 42: 数据中心叶脊架构示意图.....	17
图表 43: 英伟达 DGX A100 Super-POD 网络采用胖树架构.....	17
图表 44: 英伟达 QM9700 交换机单机吞吐量已经达到 51.2Tb/s.....	18
图表 45: 2023 年第三季度全球交换机市场格局 (按收入).....	18
图表 46: 交换机设备商芯片方案.....	18
图表 47: 全球交换机商用芯片市场格局.....	18
图表 48: 博通交换芯片研发历程.....	18
图表 49: 交换机不同速率端口复合增速对比 (按端口数).....	19



图表 50: 交换机不同速率端口复合增速对比 (按收入)	19
图表 51: 高速率端口将成为主要的交换机端口 (按收入)	19
图表 52: 锐捷网络原材料采购成本分布	20
图表 53: 三旺通信原材料采购成本分布	20
图表 54: 锐捷网络原材料占营业成本比例 (取纯代工和自主生产业务数据)	20
图表 55: 三旺通信原材料占营业成本占比	20
图表 56: 根据锐捷网络数据计算 PCB 占交换机市场比例	20
图表 57: 根据三旺通信数据计算 PCB 占交换机市场比例	20
图表 58: 全球交换机 PCB 市场空间 (十亿美元, 未考虑 800G 及以上交换机)	21
图表 59: 重点公司估值情况 (行情数据取自 2024 年 2 月 8 日收盘价)	21

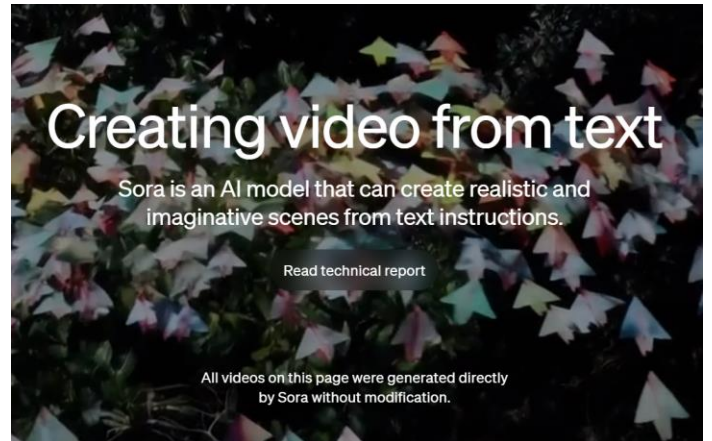
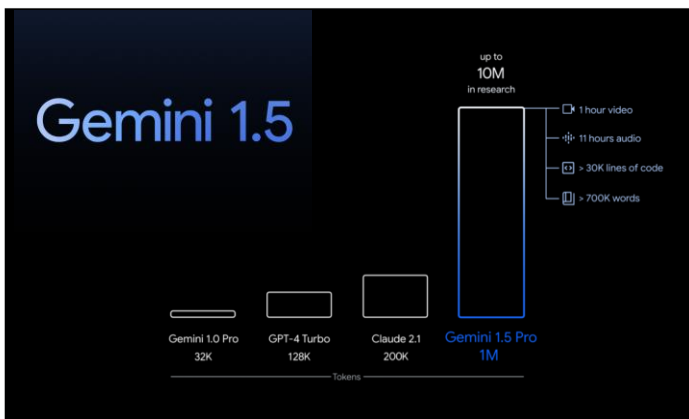


## 前言：Gemini 1.5/Sora 模型效果超预期，高速通信基建仍然是高景气阶段

北京时间 2 月 16 日凌晨前后，谷歌和 OpenAI 发布了新模型——Gemini 1.5 和 Sora，其中 Gemini 1.5 将上下文长度拓展到 100 万个 tokens，Sora 能够实现 60s 超长长度、单视频多角度镜头和世界模型的文生视频大模型，两大模型效果超预期，昭示着 AI 迭代正在加速、竞争如火如荼。在 AI 仍然在军备赛跑的情况下，AI 基建仍然处于高景气的状态，而 AI 基建除了 AI 训练服务器之外，还包括为了完成组网而搭配的其他设备(如交换机等)，我们统称这些设备为高速通信领域所用设备，在当前 AI 模型迭代赛跑、数据挖掘更深更广的当前，高速通信领域仍然处于高景气度阶段，是作为基础硬件支撑的 PCB 行业需要高度重视的关键领域。

图表1：谷歌推出 Gemini 1.5

图表2：OpenAI 主页介绍文生视频模型 Sora



来源：谷歌博客社区，国金证券研究所

来源：OpenAI 官网，国金证券研究所

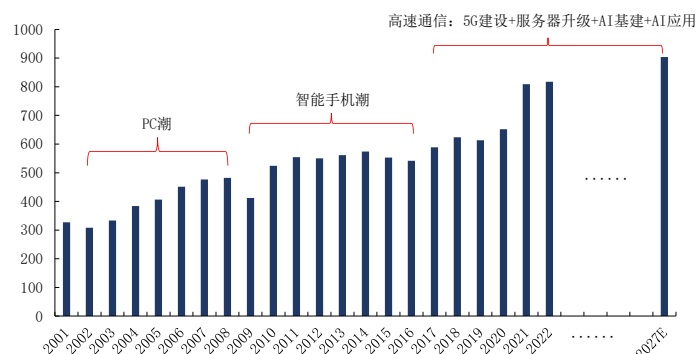
## 一、高速通信推动成长，层数增加+材料升级+工艺复杂提升 PCB 价值量

### 1.1、高速通信仍是驱动 PCB 未来增长的关键领域

PCB 作为电子元器件之母，行业升级主要由下游电子终端产品的变化驱动，观察行业近年来的发展情况，我们发现高速通信成为了驱动 PCB 行业发展的重要力量，从 2018~2019 年 5G 带动的高频无线和高速有线应用场景发展，再到 2020~2023 年的服务器升级和 AI 基建扩容，高速通信成为了继 PC、智能手机之后带动 PCB 行业在新的一轮周期快速增长的主要因素，数据上体现在 2018~2022 年有线通信和服务器领域 PCB 产值复合增速显著高于其他细分领域，分别达到 6.2%和 11.1%。

展望未来，我们认为当前 PCB 行业未来仍然处在高速通信所驱动的增长趋势中，根据 CPCA 所引用的细分领域复合增速可以看到，服务器 PCB 的增速仍然位居全行业第一、达到 6.5%，可见高速通信将成为 PCB 行业发展中不可忽视的重要趋势。

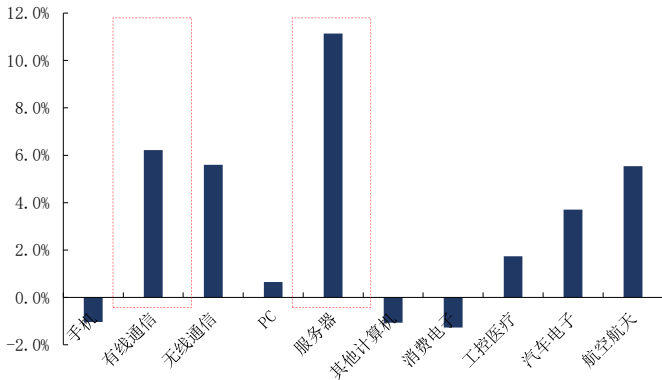
图表3：全球 PCB 产值及未来预期（亿美元）



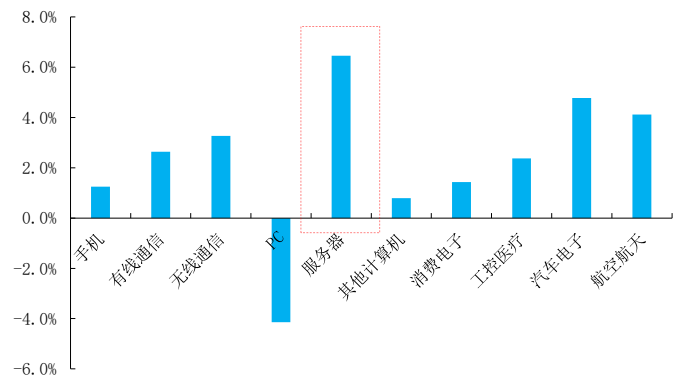
来源：CPCA 历年数据，国金证券研究所



图表4: 2018~2023E PCB 细分领域复合增速



图表5: 2022~2027年 PCB 细分领域预期复合增速



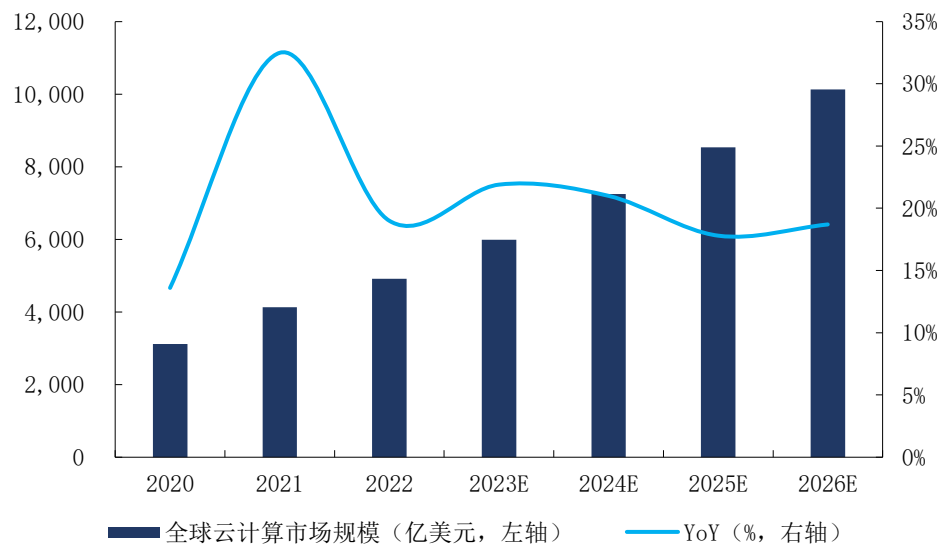
来源: CPCA 历年数据, 国金证券研究所

来源: CPCA 历年数据, 国金证券研究所

### 1.2、高速通信快速成长主要来自于云计算/AI 等需求带动

高速通信具体到下游的应用场景包括运营商基础网络、家庭网络、企业网络、工业网络以及数据中心网络, 需求对应到云计算、AI 等领域。根据信通院引用的 Gartner 数据, 云计算市场规模在未来几年仍然有望保持在 18% 以上的复合增速, 同时根据 Bloomberg 对海内外云计算厂商资本开支的预期可以想见云计算相关基础建设仍然在高景气阶段, 加之当前 AI “军备赛” 正如火如荼, 高速通信产业链高速发展确定性强。

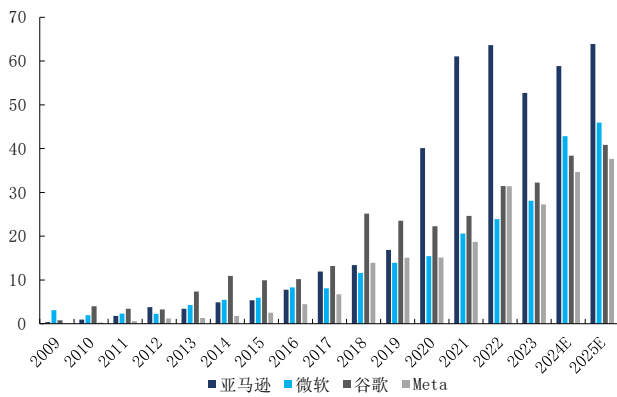
图表6: 全球云计算市场规模及增速



来源: 信通院《云计算白皮书 (2023 年)》, Gartner, 国金证券研究所

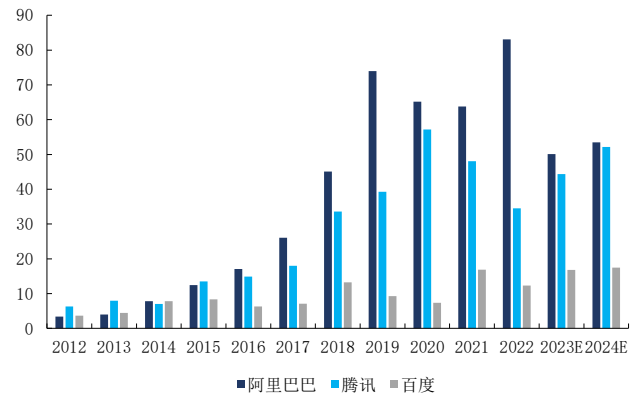


图表7: 海外四大云计算厂商资本开支 (十亿美元)



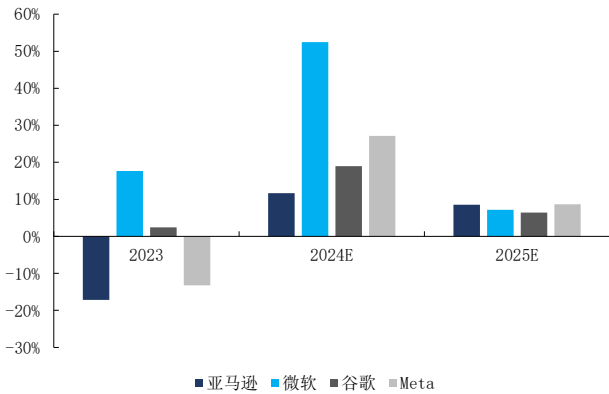
来源: Bloomberg, 国金证券研究所

图表8: 国内三大云计算厂商资本开支 (亿美元)



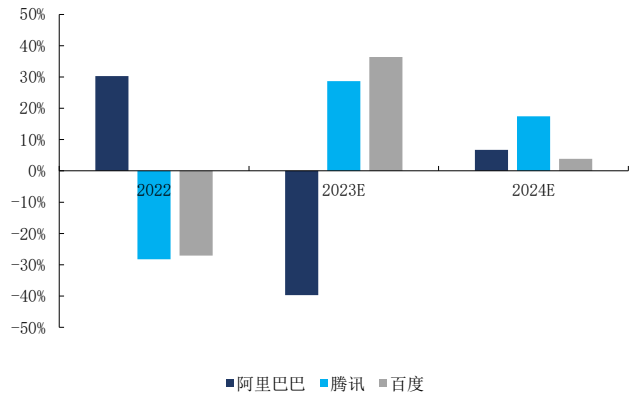
来源: Bloomberg, 国金证券研究所

图表9: 海外四大云计算厂商资本开支预期增幅



来源: Bloomberg, 国金证券研究所

图表10: 国内三大云计算厂商资本开支预期增幅

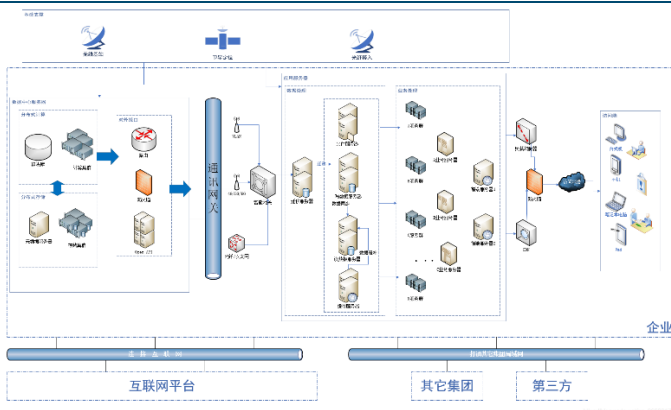


来源: Bloomberg, 国金证券研究所

### 1.3、PCB 主要以服务器/交换机等设备为承载物参与高速通信基础建设

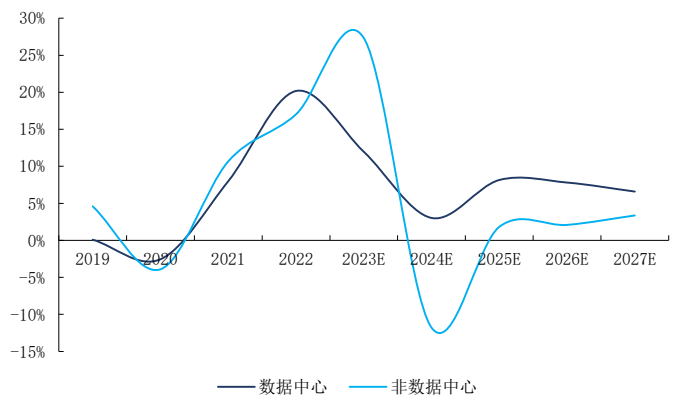
随着高速通信领域的增长, PCB 作为从属于高速通信的硬件产业链的一环, 以设备为承载物参与高速通信基础建设。由于当前高速通信场景中数据中心网络的发展明显快于其他应用场景, 而数据中心中主要设备为服务器/存储、交换机/路由器, 因此我们在考量高速通信为 PCB 行业带来的增长机会时, 主要以服务器和交换机中的 PCB 为着眼点。

图表11: 通信设备所用 PCB 的类型分布



来源: CDSN, 国金证券研究所

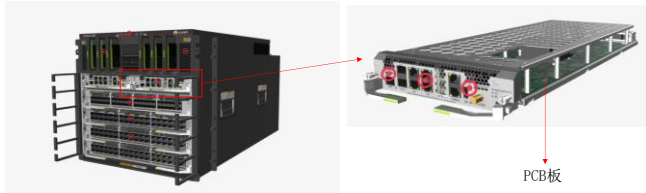
图表12: 全球交换机市场增速 (分应用场景)



来源: IDC, 国金证券研究所



图表13: 华为 CloudEngine 16804 数据中心交换机



图表14: 鲲鹏服务器主板 (型号: S920X00)



来源: 华为官网, 国金证券研究所

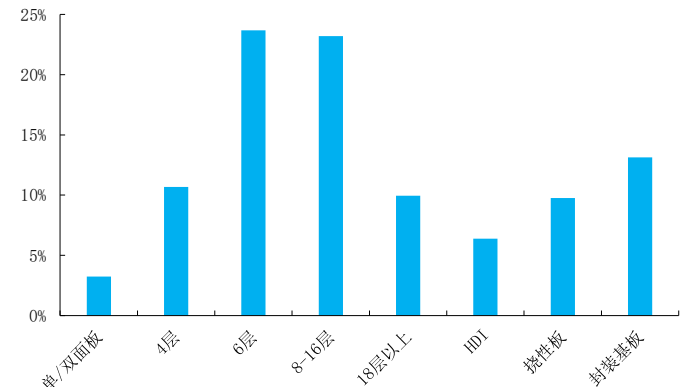
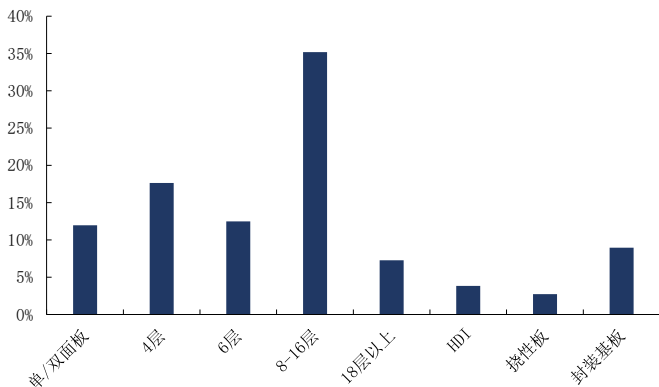
来源: 华为官网, 国金证券研究所

1.4、“高速化”要求 PCB 完整且更快传输更多数据，落脚点在带宽和 I/O 数

一般来说高速通信领域所用 PCB 板中高多层占比相对更大一些，而高多层板的价值量要高于低层板，因此高速通信行业本身的增长就能够为 PCB 行业带来价值量的提升。在此基础上，我们还观察到高速通信领域的“高速化”仍然在持续提升，这就为 PCB 行业带来加倍的增长动力。为了读者更好理解后文我们展开陈述的服务器和交换机行业变化对 PCB 的影响，我们在本小节先为读者理清“高速化”到底是如何对 PCB 价值量产生影响的。

图表15: 通信设备所用 PCB 的类型分布

图表16: 服务器/存储所用 PCB 的类型分布



来源: 深南电路招股说明书, 国金证券研究所

来源: 深南电路招股说明书, 国金证券研究所

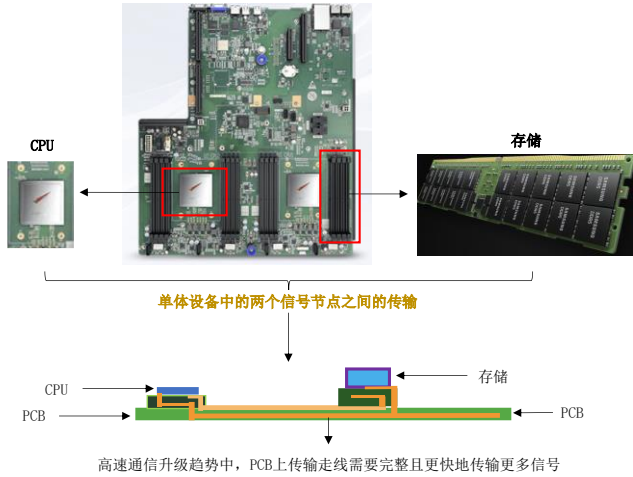
高速通信实际上是电子行业发展中一直以来的重要趋势，在数据量井喷的背景下，“高速化”对通信设备的传输介质提出了能够满足完整且更快传输更多数据的要求，PCB 作为单体通信设备中两个传输节点之间的线路介质，其性能会显著影响传输的效率，主要体现在三个方面：

- 1) 高速需要更高层数的 PCB 来承载电信号。当前高速通信网络主要通过提高带宽来提升传输速度，而带宽提升之后单位数据量就会提升，作为承载电信号的介质，PCB 板就需要更多的铜层来负责电信号走线，层数增加就会进一步提升 PCB 的价值。
- 2) 高速通信需要更高速的 CCL 材料。单位时间内传输的数据量提升会导致信号传输损耗提升，信号完整性受到挑战，而根据公式可知“单位距离信号传输损耗 $\propto$ 信号频率\*介电损耗\*介电常数”可知要保证完整性需要降低传输介质的介电损耗和介电常数指标，对于 PCB 来说就需要用到更高级的覆铜板材料。行业内专门对支持高速通信的覆铜板进行了等级划分，按照介电损耗的数值范围从下到上可分为 mid loss、low loss、very low loss、ultra low loss 和 super ultra low loss，越高等级材料价值就越高，从而带动 PCB 价值也相应升级。
- 3) 高性能芯片单位面积 I/O 数会增加，需要更高密度互连 PCB。更高速的通信会搭配更高性能的芯片，而在摩尔定律的影响下，高性能芯片会采用更先进的制程，最终会存在更多的 I/O 引脚数延伸至与 PCB 连接，而 PCB 板为了在单位面积内匹配更多的 I/O

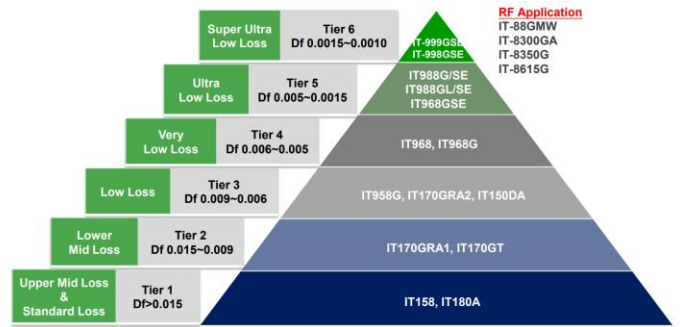


引脚数，需要在单位面积中做更多的连接点、走线的线宽线距也得更细，最终使得高密度互联（HDI）这种主要应用在移动通信（有轻薄短小要求的场景）的 PCB 技术越来越多地运用于高速通信领域，HDI 工艺会增加线路中埋盲孔制作、产能消耗大，运用这类工艺会抬升高通信用 PCB 板的工艺附加值。

图表17: 单体通信设备中两个节点之间的传输



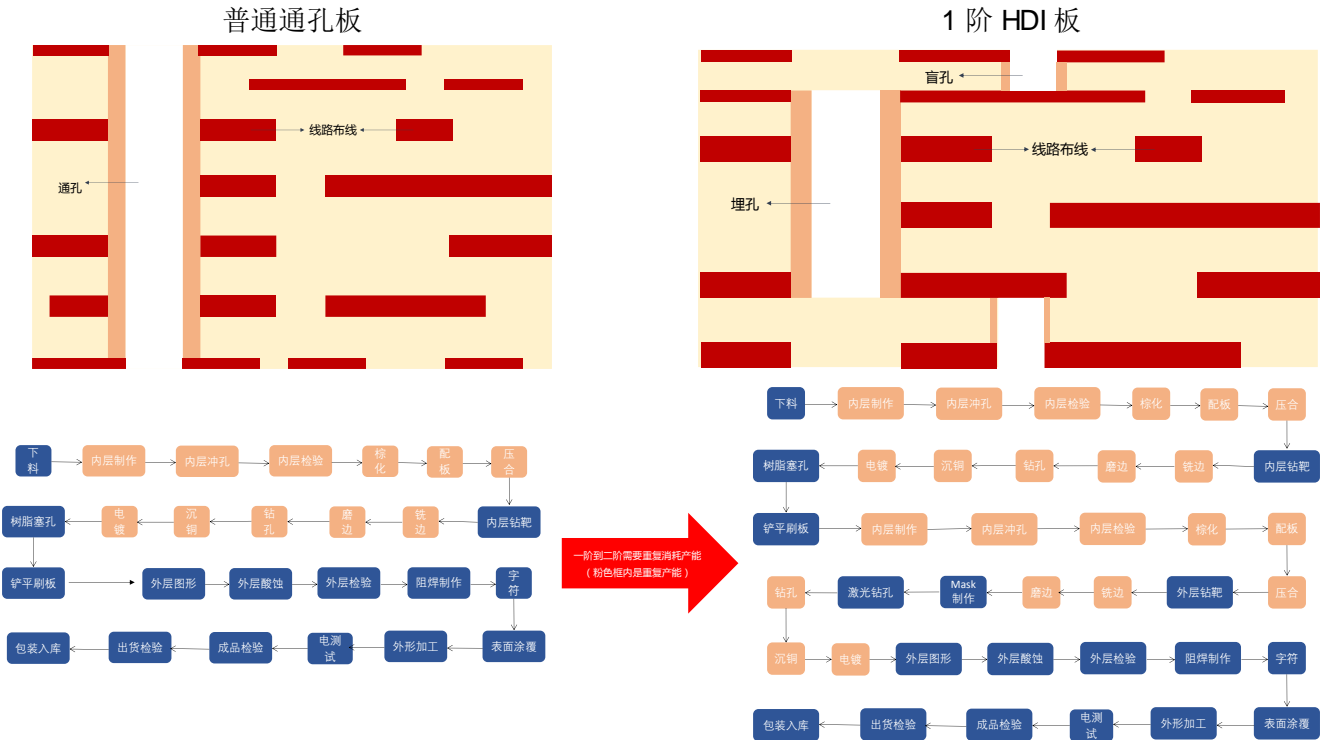
图表18: 高速 CCL 的等级分类



来源：华为官网，三星官网，国金证券研究所

来源：联茂官网，国金证券研究所

图表19: HDI 阶数提升会导致更多工艺产能消耗，工艺附加值提高



来源：国金证券研究所

总结来看，高速通信领域快速增长带来了 PCB 行业的快速发展势头，我们认为主要的关注点在于云计算、AI 应用下数据服务器和交换机这两类设备所用 PCB 升级变化，基于此，本文将对服务器和交换机中 PCB 的变化进行详细论述。值得注意的是，PCB 在需求领域的应用是以设备为承载物的，则我们在观察下游领域变化对 PCB 的影响时主要遵循“PCB 市场规模=设备出货量\*单台设备价值量”的公式，分别对设备本身出货量和单台设备价值量的变化进行判断。

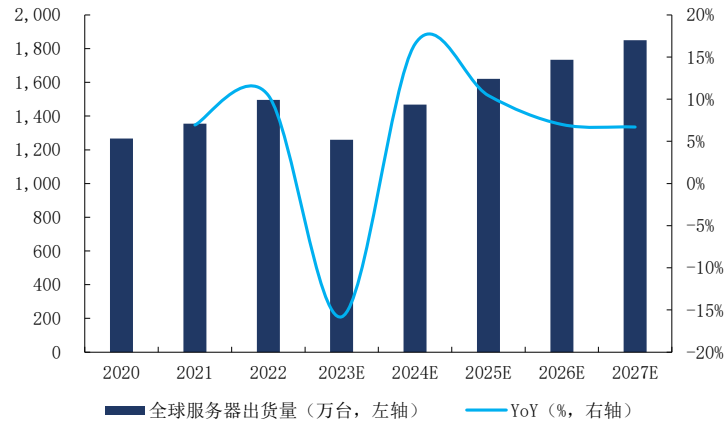




## 二、服务器 PCB 单机价值量提升，来自 AI 性能提升和 CPU 平台升级

服务器是数据中心网络布局中最重要的设备，首先对设备出货量进行判断，根据 IDC 的预测，在 2023 年全球服务器数量同比下滑 16% 的情况下，预计 2024 年同比增长 17% 且至 2027 年复合增速仍然能够保持在 8% 以上，可以想见服务器市场仍然处于相对良性的稳定增长趋势中。

图表20：全球服务器出货量



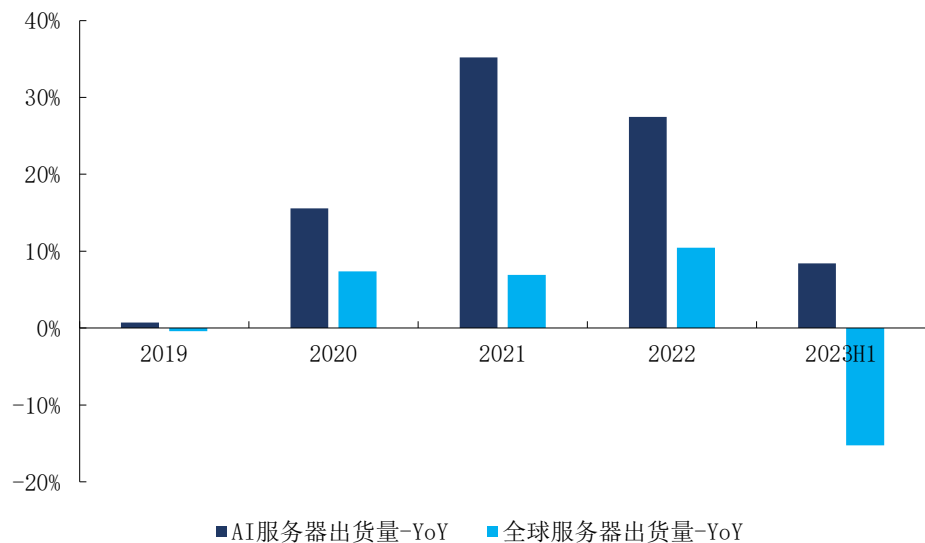
来源：IDC，国金证券研究所

虽然服务器出货量能够稳定增长，但这不足以使得服务器行业成为我们关注的重点，我们认为服务器作为代表高速通信的关键设备，之所以能够成为 PCB 行业增长的主要动力的关键点在于其单机价值量将迎来显著变化，趋势主要来自两个方面，其一为 AI 服务器中新增关键部件导致 PCB 价值量大幅提升，其二为服务器性能升级带来 PCB 价值量提升。

### 2.1、AI 服务器增速更快，单机价值量提升来自单价用量增加和性能要求提高

由于 AI 相关产品迎来需求大爆发，AI 服务器的增速显著高于普通服务器，根据 IDC，2019~2023H1 AI 服务器的出货量增速分别达到 1%、16%、35%、27%、8%，而同期全球服务器出货量增速仅为 -0.4%、7%、7%、10%、-15%，可见 AI 服务器是我们观察服务器行业需求增长的关键点。

图表21：AI 服务器出货量增速显著更高



来源：IDC，国金证券研究所

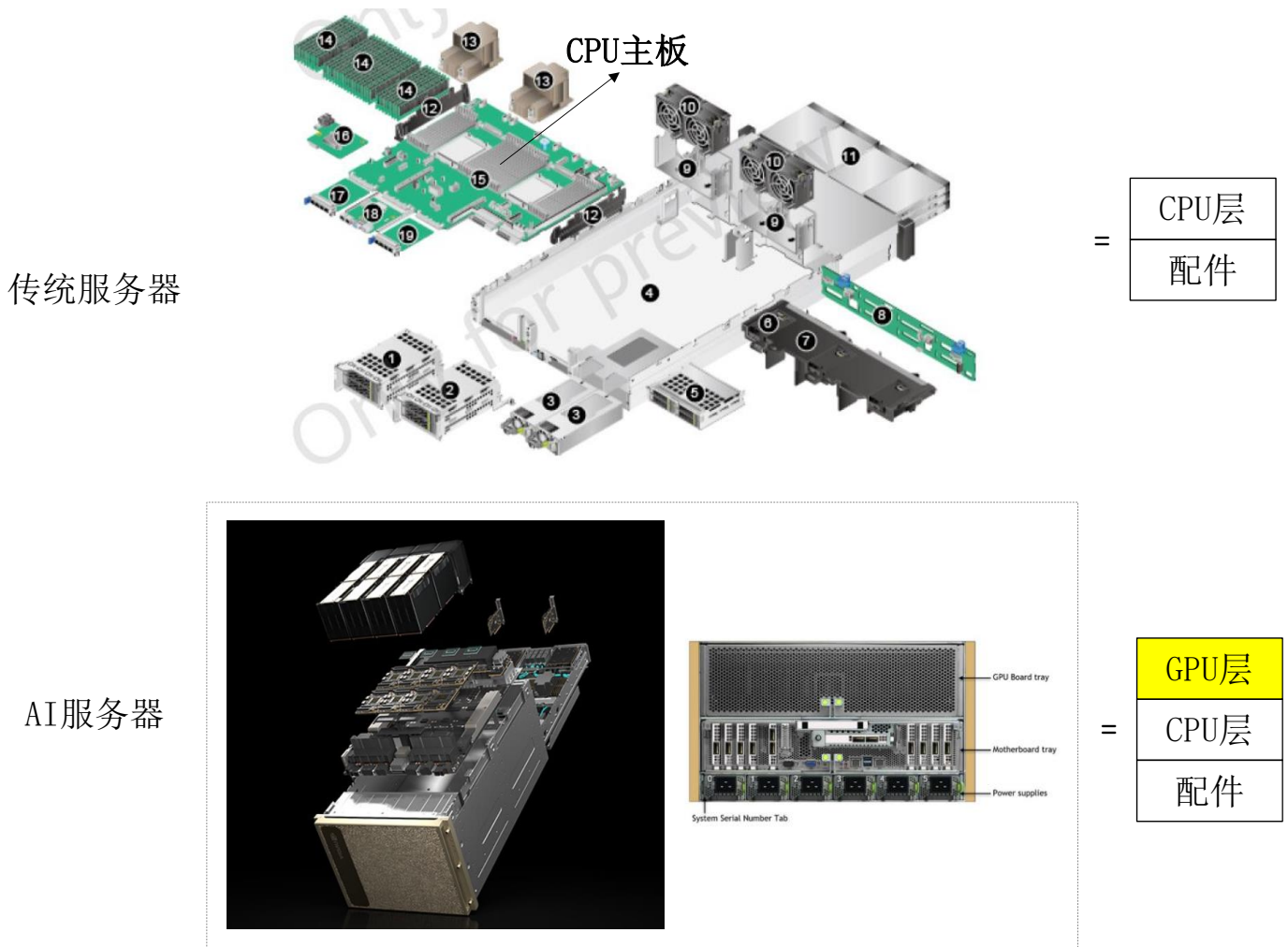
除了 AI 服务器本身出货量增速快之外，我们认为 AI 服务器架构相对更复杂、性能要求更高，其对应的 PCB 单机价值量相对普通服务器会有显著的提升。通过对比 AI 服务器和普



通服务器的硬件架构，我们认为 AI 服务器相对传统服务器单机 PCB 价值量增加主要来自三个方面：

- 1) 板子数量得以增加。AI 服务器是专门用于 AI 模型训练和推理的设备，相较传统服务会增加更多的矩阵计算的功能，传统的 CPU 核心能够分配给计算的部分不多，因此 AI 服务器需要在传统 CPU 的基础上增加 GPU 来支持更多的矩阵运算功能，架构上就会多出 GPU 层，从而就会从以往的 1 块主板（CPU 母板）为主变为 2 块主板（CPU 模组板和 GPU 模组板），单机 PCB 板的数量首先得到增加。从英伟达 DGX AI 服务器产品可以看到，整个架构分成了 GPU Board Tray、Motherboard Tray 和配件组，其中 GPU Board Tray 里面会新增加速卡板（OAM）和模组板（UBB），PCB 使用量显著提升。
- 2) 除了板子数量增加之外，PCB 板性能也要求提升。由于 AI 设备所面临的数据量和传输速率要求显著提升，GPU 高速运算部分之间连接带宽也得到了显著提升，对比传统服务器运用 PCIE 总线标准的单链路带宽和英伟达在 AI 服务器中采用的 NVLink 的单链路带宽，可以发现 AI 服务器中带宽显著提升，并且从实践的角度各大厂商在设计过程中还会通过增加链路数来提升总带宽，而根据前述内容，带宽的增加会带来数据量的提升，而数据量的提升会对 PCB 板的层数、所用 CCL 材料等级提出更高的要求，PCB 整体的性能得到显著的提高。
- 3) I/O 数量增加引入 HDI 的产品设计。GPU 算力性能高，要想不浪费 GPU 本身的算力性能，就需要增加 GPU 对外连接的通道数和连接的效率，因此各类 GPU 整体硬件方案集成度都相对以往 CPU 更高，对应的 PCB 就会往 HDI 的形式转变，以英伟达 DGX 系列产品为例，其 A100、H100、GH200 以及即将在 2024 年发布的 B100 产品的加速卡均采用 HDI 工艺制造。

图表22: AI 服务器相对传统服务器多了 GPU 层

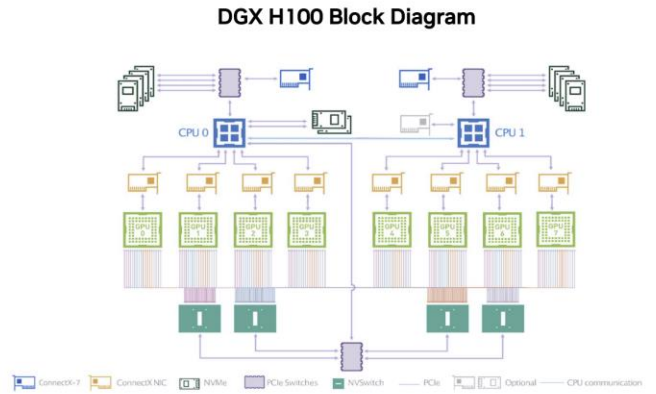
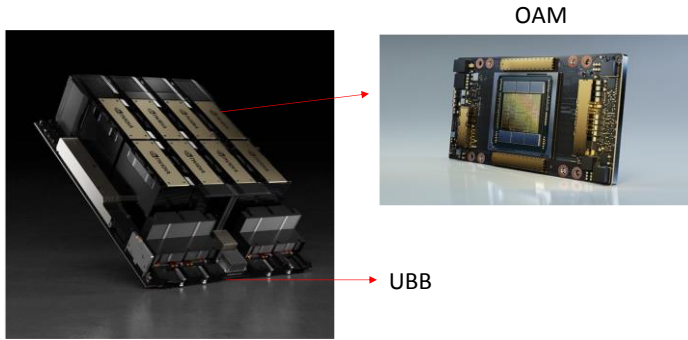


来源：华为官网，英伟达官网及相关技术文件，国金证券研究所



图表23: AI 服务器 GPU 层新增部件为 OAM 和 UBB

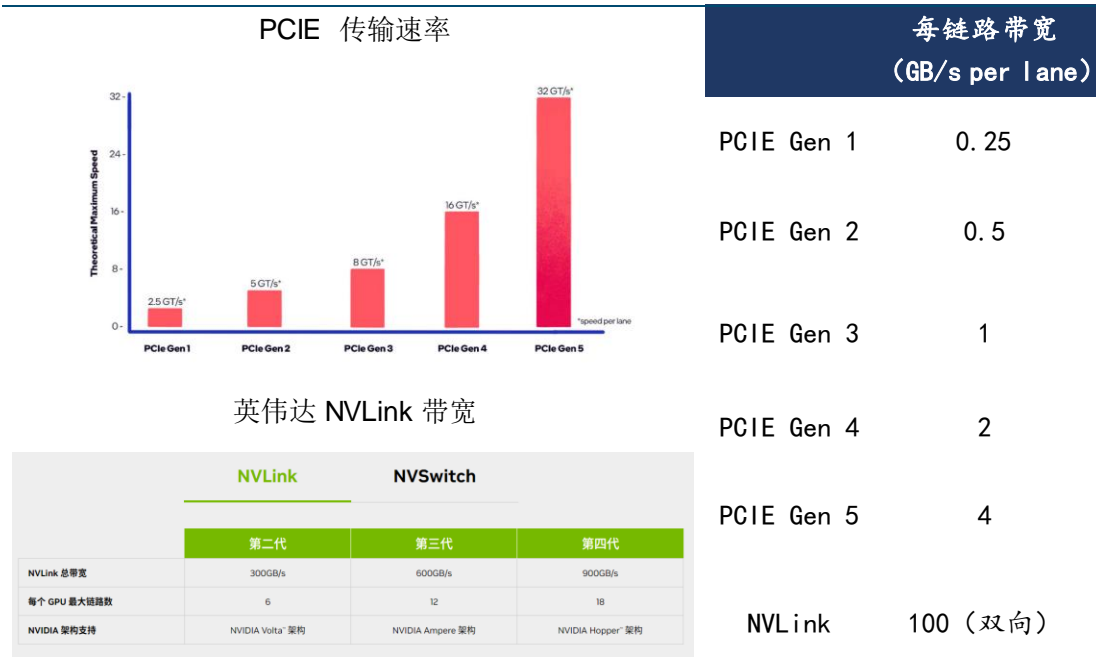
图表24: 英伟达 DGX H100 中各信号节点的连接方式



来源: 英伟达官网, 国金证券研究所

来源: 英伟达官网文件, 国金证券研究所

图表25: PCIe 总线标准带宽与 NVLink 带宽对比



来源: Intel, 英伟达官网, 国金证券研究所

在这样的趋势下, AI 服务器的增长将显著带动 PCB 的价值量提升, 我们通过拆解普通服务器 (以华为 2288H 为例)、英伟达 DGX A100、英伟达 DGX H100 的 PCB 板组成架构, 最终计算得到普通服务器的 PCB 价值量为 1125 元, 而以英伟达 DGX AI 服务器为代表的设备 PCB 价值量达到 7000~10000 元, 并且英伟达的 AI 服务器产品仍在升级迭代中 (2024 年将发布 B100 产品), 可见 AI 服务器的增长为服务器 PCB 价值量提升提供强劲动力。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/876225010012010054>